



ENSINO DE ENERGIA: APRIMORAMENTO DA VISÃO CRÍTICA DOS ALUNOS POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NO ENFOQUE CTS

LUCAS DE PAULO LAMEU

Pós-doutorando em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Sergipe (UFS), PPGECIMA. Doutor em Educação para a Ciência (UNESP) – Bauru. E-mail: prof.dr.lucasdepaulolameu@gmail.com

ALICE ASSIS

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Departamento de Física (DFI). Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru. E-mail: alice.assis@unesp.br

Resumo: Este trabalho é fruto de uma tese de doutorado em que se aplicou uma sequência didática, que aborda o tema energia, em uma sala da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola do Programa do Ensino Integral do Estado de São Paulo, entre março e junho de 2018. Essa sequência, pautada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade, foi aplicada de acordo com a dinâmica dos três momentos pedagógicos. Neste artigo, verificou-se de que forma essa aplicação promoveu nos alunos uma visão crítica sobre esse tema. Os dados analisados foram constituídos pelas respostas escritas dos alunos às atividades desenvolvidas em algumas das aulas e pelas respostas à entrevista realizada ao final da aplicação da sequência didática. O tratamento qualitativo dos dados se deu por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados mostraram que o uso dessa sequência didática nessa perspectiva viabilizou que os alunos refletissem criticamente acerca das relações entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, manifestando um aprimoramento em sua consciência crítica, o que pode ter refletido em ações conscientes, associadas a esses aspectos, em seu meio social.

Palavras-chave: Ensino de Física. Enfoque CTS. Três Momentos Pedagógicos. Energia.

ENERGY TEACHING: IMPROVEMENT OF THE CRITICAL VISION OF STUDENTS THROUGH A DIDACTIC SEQUENCE GUIDED ON THE STS APPROACH

Abstract: This work is the result of a doctoral thesis which was applied a didactic sequence, about energy subject, in a 1st grade High School classroom of a school of the State of São Paulo's Full-time Education Program, between March and June 2018. This sequence, based on the Science-Technology-Society approach, was applied according to the dynamics of the three pedagogical moments. In this article it was verified how this application promoted a critical view about this topic in the students. The analyzed data were constituted by the students' written answers to the activities developed in some of the classes and by the answers to the interview carried out at the end of the application of the didactic sequence. The qualitative treatment of the data took place through Content Analysis. The results showed that the use of this didactic sequence in this perspective enabled students to critically reflect on the relationships between scientific, technological, social and environmental aspects, which showed an improvement in their critical awareness, which may have reflected in conscious actions associated to these aspects in their social environment.

**ARTIGO ORIGINAL**

Keywords: Physics Teaching. STS Approach. Three Pedagogical Moments. Energy.



INTRODUÇÃO

As inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) remetem a discussões pertinentes que permeiam essa tríade, seja como um subcampo de pesquisa em Educação em Ciências ou no campo prático pedagógico.

Segundo Magalhães (2002), no enfoque CTS, é necessário desenvolver a consciência crítica que corresponde à formação na qual o indivíduo obtém as informações e consegue aprofundá-las, apresentando correlações dentro das áreas de estudo das Ciências, para facilitar seu caminho na procura de uma amplitude de visão do mundo.

Para Auler (2007), o enfoque CTS não pode ser visto de forma pragmática e ingênua, uma vez que há uma complexidade das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade que envolvem, além da formação de uma consciência crítica, a tomada de decisão. Nesse sentido, Strieder (2008, p. 40) aponta que o objetivo desse enfoque é “formar cidadãos melhor informados ou alfabetizados em ciência e tecnologia, críticos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, capazes de tomar decisões e lidar com as implicações sociais desse.” Usar o enfoque CTS com o intuito de formar os alunos nessa perspectiva requer que os conteúdos sejam abordados de modo contextualizado. De acordo com Santos (2007), a contextualização tem como objetivos: promover o desenvolvimento de atitudes e valores em um contexto humanístico ante às questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; promover o auxílio na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relacionados à natureza da ciência; e promover o encorajamento dos alunos a relacionarem suas experiências em ciências com problemas do cotidiano.

Para Strieder (2008, p. 40), abordar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

deve propiciar

(i) A busca por um ensino que contribua para uma mudança da compreensão do status da ciência, que envolve preparar os estudantes para compreender o papel que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e vice-versa.

(ii) O desenvolvimento de uma aprendizagem social, entendida como a formação de cidadãos capazes de utilizar os conhecimentos escolares, que deixam de ser apenas científicos, já que envolvem questões mais humanistas e culturais, para se posicionar criticamente e decidir sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Desse modo, o enfoque CTS em sala de aula pode contribuir para a formação de uma consciência crítica do sujeito, refletindo tanto dentro quanto fora desse ambiente. A abordagem dos conteúdos nessa perspectiva pode ser viabilizada por meio dos Três Momentos Pedagógicos (3 MP), que corresponde a uma dinâmica didático-pedagógica pautada em uma abordagem temática. Para Muenchen e Delizoicov (2014), os 3MP estão ligados por um par de categorias, a problematização e a dialogicidade, que são elementos que oferecem um desafio para o professor estabelecer uma prática docente que problematize situações, temas e conhecimentos, prévios ou científicos.

Sob esse contexto, neste trabalho, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma a aplicação de uma SD que aborda o tema energia, pautada no enfoque CTS e aplicada de acordo com a dinâmica do 3 MP, viabiliza aos alunos uma visão crítica associada a esse tema?

Nesse sentido, temos como objetivo investigar como o enfoque CTS pode propiciar aos alunos uma visão mais crítica acerca das relações entre os conceitos científicos e os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais.



ARTIGO ORIGINAL

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este artigo é resultante de uma pesquisa de doutorado de cunho qualitativo. Como destacam Gatti e André (2011), os métodos qualitativos contribuíram para o avanço do conhecimento em Educação, permitindo uma melhor compreensão dos processos escolares, das aprendizagens, das relações, dos processos institucionais e culturais e do cotidiano escolar em suas múltiplas implicações. Nesse método, há uma predominância de coleta de dados com uma natureza descritiva. Nosso trabalho se enquadra dentro de tais características. Além disso, é um tipo de pesquisa exploratória porque é uma investigação empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema para desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente, no caso escolar, e modificar ou clarificar conceitos (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Na referida pesquisa, investigamos a aplicação de uma sequência didática (SD), composta por 20 aulas, que aborda o tema energia. A escolha desse tema justifica-se pelo fato de o conceito de energia ancorar “o que é mais universal e geral, partilhado entre os conhecimentos das ciências naturais e das tecnologias” (JOSÉ et al., 2014, p.177). Segundo Angotti (1993), é um conceito unificador, abrangendo os conceitos de transformações e regularidades, constituindo-se como uma “ponte segura” que conecta os conhecimentos específicos de C&T [Ciência e Tecnologia]. Conecta também esses a outras esferas de conhecimento, às

contradições do cotidiano, permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico” (ANGOTTI, 1993, p. 195).

Essa SD foi aplicada em aulas de física, em uma sala com 36 alunos, da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola do Programa do Ensino Integral do Estado de São Paulo. As aulas foram aplicadas entre 07 de março de 2018 e 06 de junho de 2018, sendo duas aulas consecutivas de 50 minutos cada, por semana, no período vespertino, às quartas-feiras. Especificamente neste artigo, os sujeitos escolhidos foram os quatro alunos que manifestaram maior interesse em participar da entrevista.

Ao aplicarmos essa SD, utilizamos a dinâmica didático-pedagógica dos 3 MP que engloba: a Problematização Inicial - PI (questões e/ou situações problematizadoras com o intuito de introduzir o conteúdo específico a partir da participação efetiva dos alunos); a Organização do Conhecimento - OC (o tema é estudado de forma sistemática pelo professor); e a Aplicação do Conhecimento - AC (abordagem sistemática do conhecimento de forma que o aluno interprete e analise as situações iniciais) (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Reforçamos que, quando se tem como objetivo a formação de um aluno crítico e que tenha uma visão ampla do mundo, é essencial que o professor provoque a passividade dos alunos ao abordar os conteúdos de acordo com o enfoque CTS. Isso pode ser promovido por meio da dialogicidade e da problematização. Nesse sentido, apresentamos, no Quadro 1, os objetivos de cada aula da SD.

Quadro 1. Objetivos de cada aula dentro da SD

AULA	OBJETIVOS DAS AULAS DENTRO DA SD
1	PI - Problematicar o conceito de energia e os impactos de seu consumo, por meio do uso de tecnologias, ao longo da história da humanidade.
2	OC – Apresentar a concepção que a Física tem do conceito de energia, diferenciando-a do conceito cotidiano e elencar historicamente o consumo de energia pelo homem ao longo de sua história.
3	AC – Apresentar ideias referentes ao consumo de energia a partir da relação entre o homem e a natureza ao longo de sua história.
4	PI – Problematicar as vantagens e as desvantagens do uso da energia solar de forma natural, a partir da questão do câncer de pele e da produção da vitamina D.
5	OC – Apresentar o Sol como uma estrela e como fonte principal de energia na Terra.
6	OC – Demonstrar numericamente a quantidade de energia solar aproveitada pela Terra e explicar o processo de produção de energia solar a partir da fusão nuclear.
7	OC – Elencar as principais características das fontes de energia, classificando-as como combustíveis fósseis e não fósseis, além de dependentes ou não do sol.
8	AC – Destacar os principais impactos ambientais dos combustíveis fósseis, apresentar como se deu o consumo de energia solar na história da humanidade, calcular a quantidade de energia solar recebida pela Terra e estimar a quantidade de calorias que um idoso deve obter a partir do consumo de alimentos ricos em vitamina D.
9	PI – Apresentar e diferenciar fontes renováveis de fontes não renováveis de energia.
10	PI – Problematicar os principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas, a partir da análise da construção da Usina de Belo Monte.
11	OC – Caracterizar o funcionamento de uma usina hidrelétrica, introduzindo a concepção de transformação e conservação de energia.
12 a 14	AC – Elencar os principais impactos ambientais de uma usina hidrelétrica, assim como suas vantagens e desvantagens, a partir da construção hipotética de uma usina desse tipo.
15	PI – Apresentar as principais formas de energia no funcionamento de uma usina hidrelétrica. OC – Nomear e descrever as principais formas de energia.
16	OC – Caracterizar a energia cinética, a energia potencial gravitacional e a energia mecânica.
17	OC – Apresentar o princípio da conservação da energia e discorrer sobre a transformação de energia.
18	AC – Relacionar o uso de telefones celulares com o consumo, formas e transformações de energia, além de apresentar seus impactos sociais no seu uso exagerado pela sociedade do século XXI.
19	PI – Problematicar o consumo de energia a partir da "Greve dos caminhoneiros" ocorrida no primeiro semestre de 2018. OC – Apresentar a noção física para o conceito de energia, além de enunciar matematicamente o princípio da conservação da energia, a partir da introdução do conceito de trabalho.
20	OC – Definir e exemplificar o conceito de trabalho. AC – Discorrer sobre a importância e os principais impactos ambientais e sociais do uso das diversas fontes de energia pela sociedade do atual século, apresentar as principais fontes, formas e transformações de energia que ocorrem no funcionamento de uma usina hidrelétrica, assim como as suas principais vantagens e desvantagens e apresentar a concepção de trabalho a partir da questão da seca no sertão nordestino.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Este trabalho corresponde a um recorte da tese, em que investigamos como o enfoque CTS propiciou aos alunos, sujeitos deste artigo, uma visão mais crítica referente à temática energia, tendo como instrumentos de análise as suas

respostas escritas nas atividades explicitadas no Quadro 2 e na entrevista realizada ao final da aplicação da SD.

Quadro 2. Atividades analisadas

AULA	ATIVIDADE ANALISADA	PROPOSTA DE DINÂMICA
3	Atividade I - Qual é o seu ponto de vista sobre a relação homem x natureza, em especial, na questão do consumo de energia e seus impactos ambientais?	Divisão em grupo para discussão e elaboração de uma resposta única.
8	Atividade II - Produza um pequeno texto dissertativo, entre 10 e 15 linhas, apresentando os principais impactos ambientais dos combustíveis fósseis.	Respostas individuais realizadas em casa.
8	Atividade III - A partir dos três textos anteriores e das discussões em sala de aula, faça um texto dissertativo entre 15 e 20 linhas sobre o consumo de energia pelo homem ao longo de sua história. É necessário conter as seguintes ideias: O que é o sol? Como a energia do sol é produzida a partir da fusão nuclear? Como a energia solar chega à Terra? Como o homem utilizava a energia solar antes da existência da energia elétrica? Como o homem aproveita a energia solar nos dias atuais? Quais são os pontos positivos e negativos da energia solar?	Respostas individuais realizadas em sala de aula com discussão posterior feita pelo professor.
18	Atividade IV - Faça um pequeno texto, relatando a importância e os impactos do uso do telefone celular pela sociedade do século XXI, destacando o consumo, as formas e as transformações de energia. Inicie com um pequeno relato, apresentando se você tem ou não um celular, quanto tempo usa, como usa e qual a importância que ele tem na sua vida.	Respostas individuais sem discussões. Após essas respostas, debate das opiniões com toda a sala e professor.
20	Atividade V - Parte I - Questão 1: Faça um texto entre 15 e 20 linhas, relatando a importância e os impactos ambientais e sociais do uso das diversas fontes de energia pela sociedade do século XXI.	Respostas individuais realizadas em sala de aula.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Para a entrevista, gravada em vídeo, convidamos a todos os alunos para participarem. Em virtude de restrição de horário, apenas 9 conseguiram participar. Essa entrevista tinha 13 perguntas abertas, mas, neste artigo, analisamos as respostas dos quatro sujeitos a duas dessas perguntas que atendem ao objetivo do presente trabalho.

Tais sujeitos eram: o líder e o vice-líder da turma, que são alunos que possuem a função de representar a classe junto à direção, à coordenação e aos professores; e duas alunas que se destacaram nas discussões e na participação ao

longo das aulas.

Além dos dados fornecidos pelas respostas das atividades escritas, analisamos alguns excertos da transcrição das falas dos alunos, presentes nas discussões ocorridas em sala de aula.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Na análise, os sujeitos foram representados por A1, A2, A3 e A4. Nos diálogos, fomos identificados pela sigla PES. Para a análise e

interpretação dos dados, utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Primeiramente, apresentamos as categorias de análise que foram elaboradas a partir das unidades de registro (temas) e das unidades de contexto (frases) obtidas por meio das respostas escritas das atividades e de seus respectivos diálogos presentes nas aulas analisadas. Por último, fizemos a análise das entrevistas. A seguir, apresentamos a interpretação dos dados utilizando as categorias criadas por atividade.

Na análise, os sujeitos foram representados por A1, A2, A3 e A4. Nos diálogos, fomos identificados pela sigla PES. Para a análise e interpretação dos dados, utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Primeiramente, apresentamos as categorias de análise que foram elaboradas a partir das unidades de registro (temas) e das unidades de contexto (frases) obtidas por meio das respostas escritas das atividades e de seus respectivos diálogos presentes nas aulas analisadas. Por último, fizemos a análise das entrevistas. A seguir, apresentamos a interpretação dos dados utilizando as categorias criadas por atividade.

ANÁLISE DA ATIVIDADE I DA AULA

3

Nesta atividade, os alunos A1 e A2 participaram do Grupo 1, a aluna A3 do Grupo 2 e a aluna A4 não esteve presente nesta aula por questões pessoais. Essa foi a única atividade da qual ela não participou. A partir das respostas dos alunos, obtivemos a Categoria 1: “principais impactos ambientais provenientes do uso das tecnologias”. Essa categoria apresenta a visão de que o uso das tecnologias pelo homem é negativo porque destrói a natureza e causa muitos impactos ambientais, como a produção excessiva de lixo, o aquecimento global e a poluição das águas.

Esta atividade promoveu a dialogicidade, nos momentos de realização e de discussão, de forma que os alunos conseguiram expor suas ideias e

opiniões críticas sobre o assunto. Isso pode ser identificado nas falas e nas respostas dos alunos A1, A2 e A3:

Resposta do Grupo 1 - O ser humano, após a revolução industrial no Séc. XVII vem prejudicando muito a natureza, com fábricas poluentes e detritos como borracha e chiclete. Isto tudo, vêm sendo a causa de Aquecimento Global, e poluição de água potável - rios. O que prejudica a humanidade mais do que as tecnologias ajudam.

Resposta do Grupo 2 - O homem tentando reconstruir aquilo que um dia ele estragou, ou seja, a tecnologia pode estragar várias coisas do mundo.

Como destacam Delizoicov e Angotti (1992), na Aplicação do Conhecimento, o aluno deve interpretar e analisar as situações iniciais que determinaram o seu estudo. Esta aula corroborou com esse objetivo. Durante a discussão, a declaração do aluno A1 mostra a sua visão crítica sobre os principais impactos ambientais causados pelo uso das tecnologias.

A1 - Facilita bastante a vida dos seres humanos hoje em dia, mas também tem os pontos negativos. Como a gente pode ver na internet, muita coisa ruim acontece lá. E também os impactos que ela causa na natureza, como as fábricas que são tecnologias, mas também causa muita poluição.

Foi possível identificar que os alunos A1, A2 e A3 apresentaram uma relação entre o desenvolvimento do ser humano e o uso de tecnologias, mas reforçam a ideia de que seu uso exagerado provoca grandes transformações e impactos ambientais, tais como, o aquecimento global e outros danos ao meio ambiente. Nessa concepção, observamos que essa categoria corrobora com uma característica essencial do enfoque CTS, a contextualização. Como destaca Santos (2007), ela encoraja os alunos a relacionarem suas experiências com problemas do cotidiano. No caso, seriam os impactos trazidos

pelo uso das tecnologias.

A análise desta atividade mostrou a ideia inicial dos alunos A1, A2 e A3 sobre a temática energia e a sua articulação com a questão do desenvolvimento tecnológico e de seus respectivos impactos ambientais. Em síntese, estas foram suas articulações: o processo de avanço do homem, por meio do uso de tecnologias, provoca impactos ambientais (numa visão alarmista e extremista); diante desses impactos, o homem tem buscado reparar tais consequências; a tecnologia também apresenta vantagens; o consumo de fontes de energia na natureza é importante para o desenvolvimento do homem ao mesmo tempo que gera grandes impactos ambientais. Reforçamos que a aula 3, em conjunto com as aulas 1 e 2, tinha como objetivo problematizar o conceito de energia e os impactos de seu consumo, por meio do uso de tecnologias, ao longo da história da humanidade.

ANÁLISE DA ATIVIDADE II DA AULA 8

Nesta aula, não houve discussão em grupo. Apresentamos, a seguir, excertos dos textos produzidos, individualmente, pelos alunos:

A1 – Vem acontecendo um grande crescimento na taxa de poluição desde a Revolução Industrial no século XVII, onde surge a máquina à vapor holandesa. Desde então, o ser humano se acomodou com a facilidade da obtenção de combustíveis fósseis, sem olhar para as consequências do uso descontrolado de tal. [...] Não podemos fazer vista grossa para o futuro apocalíptico do mundo do carbono. Se quisermos mudar isso, devemos inverter em fontes de energia alternativas, como os painéis solares e turbinas eólicas. Devemos redesenhar novos modos de vida, e viver no equilíbrio que a natureza nos oferece.

A2 – Os combustíveis fósseis mais comumente conhecidos como petróleo, gás natural e o carvão mineral. Todos têm origem a partir da decomposição de resíduos orgânicos e, embora, apresentem diversos aspectos que vão na contramão da

sustentabilidade, os combustíveis fósseis ainda permanecem em evidência, sendo, ainda muito utilizados para movimentar motores, aquecer matérias e produzir energia. [...] A forma que se tem criado para acabar com isto [PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS] é a utilização de biotecnologia, procurando biocombustíveis, que pode ser originado a partir de plantas e resíduos domésticos. (GRIFO NOSSO)

A3 - A poluição ambiental é uma das grandes desvantagens do uso de combustíveis fósseis. O dióxido de carbono, gás liberado durante a queima desse tipo de combustível é o principal responsável pelo aquecimento global.

A4 – Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Criam condições adversas às atividades sociais e econômicas.

A partir dessas respostas, elaboramos a Categoria 2: “impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis”. Essa categoria destaca uma visão crítica do uso dos combustíveis fósseis pelo ser humano. No entanto, observamos que apenas o aluno A1 apresentou uma postura crítica mais pessoal diante da proposta da atividade. Ele cita a importância de o ser humano utilizar novas fontes de energia, de redesenhar novos modos de vida e de viver em equilíbrio com a natureza. Isso pode ser observado quando ele escreve “Não podemos fazer vista grossa para o futuro apocalíptico do mundo do carbono. Se quisermos mudar isso, devemos inverter em fontes de energia alternativas, como os painéis solares e turbinas eólicas.” Consideramos isso como um posicionamento crítico diante do uso de combustíveis fósseis pela sociedade do século XIX.

Por outro lado, o aluno A2 também apresentou uma contrapartida em relação ao uso dos combustíveis fósseis, quando cita a importância de o ser humano utilizar a biotecnologia. Ele apresenta uma postura menos crítica, destacando uma solução para o uso

exacerbado dos combustíveis fósseis. Isso pode ser observado quando ele diz: “A forma que se tem criado para acabar com isto é a utilização de biotecnologia, procurando biocombustíveis, que pode ser originado a partir de plantas e resíduos domésticos”.

Já as alunas A3 e A4 apresentaram apenas respostas gerais descritivas, sem posturas críticas, mas que atenderam ao objetivo da atividade e da aula.

Nessa perspectiva, a articulação dos aspectos relativos ao enfoque CTS visou promover nos alunos uma consciência crítica sobre o consumo de energia a partir dos combustíveis fósseis. Isso corrobora com a visão de Magalhães (2002) porque os alunos obtiveram, além de informações, um aprofundamento inicial da visão crítica do uso de combustíveis fósseis, de forma que passaram a ter uma visão mais ampla de mundo. Isso ocorreu porque os alunos apresentaram e destacaram a importância da busca de novas fontes de energia mediante os possíveis impactos trazidos pelo uso dos combustíveis fósseis. Destacamos ainda que, em outras aulas, a mesma temática seria abordada e discutida em grupo. Aqui, foi analisado apenas esse contexto.

ANÁLISE DA ATIVIDADE III DA AULA 8

Mesmo esta atividade sendo individual, os alunos poderiam dialogar com o professor e com os outros alunos, quando desejassem. A seguir, apresentamos excertos dos textos elaborados pelos alunos A1 a A4:

A1- O sol é uma estrela em fusão nuclear, que é a principal fonte de energia que temos, que em muitas ocasiões chegamos até mesmo a ocultá-lo. A fusão recorrente, acontece com quatro hidrogênios, que se transforma em hélio e energia. [...] Esta estrela que se encontra no centro do sistema solar, é a principal responsável pela vitamina D, já que seus raios ativam as ingeridas através dos alimentos. Mas nem tudo são flores. A

exposição mal controlada ao sol, pode causar queimaduras e até câncer de pele. Esta fonte de energia ainda mal utilizada, pode se transformar em um grande recurso de energia caso ocorra um investimento em tal área. [...]

A2 – Desde muito cedo, nós, homens ou seres vivos usamos o sol para a vida, o sol é uma estrela, que a partir da fusão nuclear libera radiação gerando calor. Essa energia solar chega a Terra através do espectro eletromagnético, chegando aqui como infravermelho e luz visível. [...] A radiação solar tem um leque de aspectos positivos, como o fato de ativar a fotossíntese nas plantas e a vitamina D nos humanos, ele também tem aspectos negativos como o fato de causar queimaduras na pele e pode vir a causar a melanoma, o câncer de pele [...]

A3- O Brasil por ser um país localizado na sua maior parte na região intertropical, possui grande potencial de energia solar durante todo o ano. [...] O sol pode causar prejuízo quando não se sabe usar, como: câncer de pele, queimaduras, manchas etc. Mas precisamos muito dele. Ex: o bebê precisa tomar sol, e até nós mesmos.

A4 – O sol é uma estrela e podemos dizer que a fusão nuclear é a base de nossas vidas, uma vez que a energia solar, produzida por esse processo é indispensável para a manutenção da vida da Terra [...] eles estão investindo em fazendas de painéis fotovoltaicos que miram a redução dos gastos com a conta de luz e empresas e os pontos positivos são energia limpa barata, inesgotável, renovável e os pontos negativos são as placas solares que transforma energia solar em elétrica são muito caras, céu limpo e não possível armazenamento dessa energia.

Os sujeitos apresentaram, novamente, suas concepções sobre o assunto em questão, focada na questão da energia solar. Como destacam Delizoicov e Angotti (1992), na OC, o aluno pode comparar o conhecimento apresentando com o seu de forma que ele possa interpretar tais questões. Dessa maneira elaboramos a Categoria 3: “vantagens e desvantagens da energia solar”. Nesse contexto, além da compreensão do que é sol e de como funciona o seu processo de produção de energia por meio da fusão nuclear,

essa categoria está vinculada à visão dos alunos relativas às principais vantagens e desvantagens dessa fonte de energia. Dos excertos apresentados, os quatro alunos investigados apresentaram algumas vantagens da energia solar: a importância da radiação solar para a fotossíntese e para a síntese da vitamina D, como apresentado pelos alunos A1 e A2; a necessidade de um bebê tomar sol, bem como os adultos, conforme destacado pela aluna A3, o que também se relaciona à síntese da vitamina D, embora essa aluna não tenha feito referência direta à tal síntese; a energia solar é indispensável para a manutenção da vida na Terra, além de ser uma energia barata, inesgotável e renovável, como destacado pela aluna A4.

Por outro lado, os alunos também apresentaram algumas desvantagens, tais como: a exposição exagerada ao sol pode causar queimaduras e câncer de pele, o que foi apresentado pelos alunos A1, A2 e A3; as placas que transformam energia solar em elétrica apresentam um custo alto, além de depender do tempo e do clima. Também não é possível armazenar essa energia, como apresenta a aluna A4.

Com essas concepções, os alunos apresentaram novamente relações CTS, com foco tanto nos conceitos científicos, uma vez que descrevem o processo de fusão nuclear (aluno A1), quanto nas relações tecnológicas, sociais e ambientais, apresentadas pelos quatro alunos investigados. Corroboramos com a visão de Santos (2007, p. 5) sobre a importância da contextualização “1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia[...]”. Ou seja, não foi focado apenas na explicação científica da fusão nuclear, mas também nas vantagens e desvantagens do uso da energia solar. Assim, a discussão anterior suscita discussões referentes aos impactos gerados pela energia solar. Essa ideia é reforçada na seguinte transcrição das falas dos alunos no decorrer da discussão desta atividade:

PES – O que é o sol? O que você acha que é o sol?

A1 – Uma estrela.

PES – Quais são as suas principais características?

A4 – Transmite a luz.

A3 – Energia solar.

PES – O que mais?

A1 – Vitamina D

PES – Qual será a principal função do sol para nós, seres humanos?

A1 – O sol, ele ajuda na fotossíntese. Os raios solares ajudam na fotossíntese. Sem a fotossíntese não existiria ... para os seres vivos.

PES – Será que o sol possui alguma característica, ou historicamente, ou cientificamente, ou filosoficamente que seja ruim para o ser humano? Quem sabe dizer alguma coisa?

A2 – Câncer de pele, a exposição à luz do sol que causa a melanoma.

Além de os alunos A1 e A4 apresentarem novas concepções reflexivas pautadas na produção da energia solar, exploraram aspectos relacionados à saúde e à vida. Já o aluno A2, após o término da aula, abordou o pesquisador dizendo que ele sofria de carência de vitamina D e que não era possível sintetizá-la apenas a partir da exposição solar, necessitando usar suplementos. Para esse aluno, a aula se tornou bastante significativa.

ANÁLISE DA ATIVIDADE IV DA AULA 18

Com o intuito de levantarmos novamente as concepções dos alunos relativa à temática energia, abordamos a Atividade IV, que deveria ser feita individualmente e entregue ao professor de forma escrita. A proposta era relacionar o consumo, as formas e as transformações de energia, a partir do uso exagerado de telefones celulares pela sociedade do século XXI, principalmente pelos jovens. Das respostas dos alunos A1 a A4, criamos a Categoria 5: “vantagens e desvantagens do uso do celular pela sociedade do século XXI”. O



ARTIGO ORIGINAL

seguinte excerto apresenta as principais concepções do aluno A1:

A1 - Os aparelhos celulares, os grandes causadores da zumbificação. Dá conexão do mundo distante e a separação do presente. Além dos problemas sociais, pensemos em seu funcionamento. Além dos problemas sociais, pensemos em seu funcionamento. Todo seu sistema projetado para a mudança da forma de energia, permite que a energia química presente ali, façam com que o celular funcione em tudo, energia luminosa, cinética (vibração), sonora e pequenas ondas radiativas. [...]

Na fala desse aluno, observamos que ele consegue, além de citar algumas formas de energia presentes no celular, destacar o processo de transformação de energia na medida em que o celular funciona. Além disso, ele destaca que o celular pode tanto ser um causador de “zumbificação” quanto ser um instrumento de conexão e interação entre as pessoas.

Os excertos a seguir mostram que os alunos A2, A3 e A4 também reconheceram que o celular tem suas vantagens e é importante, tanto para sua função básica de comunicação quanto para outras atividades, como ouvir música, jogar, estudar, etc. Por outro lado, eles reconheceram que o seu uso exagerado pode trazer consequências como acidentes, problemas de visão, vício e etc.

A2 - Nunca em toda a vida a humanidade esteve tanto tempo em conjunto, e a mesmo tempo separada. A energia do celular vem através da elétrica gerada pelas tomadas, se transforma em luminosa e sonora. A importância do celular gira em torno da comunicação. Eu tenho a mais ou menos 3/4 anos e ele é importante para se comunicar e absorver e ver notícias e/ou outras coisas.

A3 - O celular e outros meios eletrônicos está sendo muito importante na vida da gente. O celular possui várias formas de energia, ex: energia sonora, elétrica pois precisa ser carregada para ser usado, luminosa, etc. [...]

A4 - Eu uso o celular diariamente, por causa

das mensagens e para outras coisas. Uso para ver hora, ler as mensagens e outros... ele tem muita importância pois me ajuda a me conectar e conversar com pessoas distantes, consigo estudar, aprender vários assuntos e etc.

Esses exemplos mostram que os alunos estabeleceram uma articulação CTS, destacando como a tecnologia, por meio do uso de celular, pode trazer muitas vantagens e desvantagens para o ser humano. Isso mostra a formação da visão crítica, a partir das aulas e discussões anteriores, o que corrobora com a visão de Magalhães (2002).

ANÁLISE DA ATIVIDADE V DA AULA 20

Nesta atividade final, exploramos novamente quais foram as relações CTS apresentadas pelos alunos sobre a importância e os impactos ambientais e sociais do uso das diversas fontes de energia pela sociedade do século XXI. Apresentamos, a seguir, excertos das respostas dos alunos investigados:

A1 - De maneira quase irresistível, somos hoje, totalmente dependentes da energia, da gasolina. Toda essa dependência, seria ao excesso de consumo de tal fonte, com isso, a poluição aumenta cada vez mais, agravando também o efeito estufa [...] Tudo isso, nos deixa cada vez mais perto do fim [...]

A2 - A importância da energia está na locomoção de veículos, pois saímos da carruagem para depender de combustível para muitas coisas. A energia está também em nossa casa com todos os aparelhos eletrodomésticos além da segurança com cercas elétricas.

A3 - Eu entendi que tudo que fazemos tem uma forma de energia, na primeira imagem, por exemplo, tem uma forma de energia suja, mas tem. Já na segunda, eu ouvi uma pergunta desse tipo: você acha que a greve dos caminhões tem haver com energia, e eu respondi que não, mas parando para pensar e olhando essa imagem, dá para ver que tem sim, a energia cinética. [...]

A4 - A energia que utilizamos de várias



ARTIGO ORIGINAL

formas, com base no que aprendemos, os impactos que as usinas de energia causam é desmatamento, morte de vários peixes e também causa inundação, essa é a hidrelétrica [...] A energia solar não causa muito impacto, porque para utilizarmos, precisamos da fotovoltaica, para converter energia e tem alguns impactos se ficarmos muito tempo no sol, causa câncer de pele, manchas [...]

Dessas respostas, elaboramos a Categoria 6: “impactos ambientais e sociais das diversas fontes de energia”. O aluno A1 discorreu que o ser humano possui uma dependência extrema das fontes de energia, agravando o Efeito Estufa, bem como demonstrou uma visão apocalíptica sobre esse uso excessivo. O aluno A2 apresentou exemplos de onde estão presentes as formas de energia, como em veículos e em aparelhos eletrodomésticos. A aluna A3 se referiu ao que ela chama de energia “suja”, sem descrevê-la e apresentou a energia cinética. Por último, a aluna A4 discorreu um pouco sobre os impactos das usinas hidrelétricas e da energia solar. No geral, os alunos apresentaram um ponto de vista um pouco mais contextualizado do que crítico, mas foram apresentadas relações CTS.

ANÁLISE DAS DUAS QUESTÕES DA ENTREVISTA

Das 13 questões da entrevista, analisamos as duas questões abertas destacadas a seguir:

- Qual é a importância que você dá para o estudo da temática energia?
- Como o consumo das diversas fontes de energia interfere na sua vida?

Na sequência, sintetizamos as respostas de cada aluno a essas duas questões. O seguinte excerto é relativo à síntese das respostas do aluno A1:

A1 – Bastante! Desde o social até o científico. O social seria o gasto de energia elétrica, da água, da gasolina, de todo esse gasto de energia que não precisa ser excessivo. A

gente podia economizar bem mais a energia para outras coisas, entendeu, no social. E o físico, é você ver pelas transformações e impactos que isso causa na natureza mesmo. Se toda a exploração da mata para fazer carvão e essas coisas assim. Todas essas coisas acabam poluindo, acabando com o planeta. [...] Está diariamente ligado à minha vida todo esse consumo porque eu consumo energia elétrica, energia térmica, essas coisas todas eu também consumo. Quando eu vou de carro para algum lugar também consumindo energia, a gasolina. Então, eu também faço parte disso. [...]

Diante dessa resposta do aluno A1, observamos que ele trouxe para o seu cotidiano a temática energia, destacando alguns aspectos sociais e científicos relacionados ao consumo das diversas fontes de energia. Ficou claro para ele que a temática estudada está presente no seu dia a dia, corroborando com a visão de que a Física e a Ciência estão atreladas aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Destaca, ainda, os impactos ambientais causados por esse consumo. A partir da análise de todas as aulas aqui investigadas, inferimos que a visão crítica desse aluno relativa às questões abordadas foi aprimorada, sempre apresentando suas opiniões e participando das discussões. No início das aulas, esse aluno já demonstrava interesse nas discussões sobre a temática, trazendo elementos já aprendidos anteriormente, inclusive em outras disciplinas. Ao longo das aulas, esse aluno passou a trazer mais conceitos voltados à Física, além de estabelecer relações mais elaboradas entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.

Sobre o aluno A2, destacamos o seguinte excerto relativo à síntese de suas respostas:

A2 – Porque além de ser mais um conhecimento, porque eu priorizo o conhecimento. É, você acaba entendendo um pouco mais sobre como que acontecem as coisas ao seu redor. Como a energia elétrica e como, por exemplo, o seu celular, ou o seu notebook, a sua televisão, como isso funciona? Qual é a energia da usina que



ARTIGO ORIGINAL

chega até sua casa? [...] Eu acho que não interfere na minha vida porque da minha casa até a escola são duas ruas, não três. [...] Depois que eu descobri que o meu carregador na tomada acaba consumindo energia, eu parei de colocar [...]

Esse aluno destaca que valoriza o conhecimento, o que gerou o seu interesse em estudar a temática proposta. Além disso, ele diz que estudar o assunto pode permiti-lo compreender o mundo ao seu redor e o funcionamento das coisas. Ele também cita o fato de descobrir que eletrodomésticos desligados, mas conectados à tomada, também consomem energia, demonstrando tomar algumas atitudes para diminuir tal consumo. Quando ele cita que as fontes de energia não interferem em sua vida, quis dizer que, como ia caminhando para a escola, não utilizava nenhum meio de transporte. No início das atividades, esse aluno sempre interagiu de forma objetiva e discreta, quando a aula lhe despertava interesse. Ao longo das aulas, também foi perceptível que sua visão crítica e compreensão dos conceitos estudados foram sendo aprimorados. Ele também conseguiu estabelecer algumas relações do seu dia a dia com o tópico estudado. Além disso, fica clara sua postura crítica e reflexiva sobre o consumo de energia ao longo das aulas.

Com relação à síntese das respostas da aluna A3, destacamos o excerto a seguir:

A3 – Você está andando, é uma energia. Você também saber como usar as energias [...] Bom, o Sol é uma forma de energia, né? Então, a gente precisa das formas de energia [...] O Sol, a energia do Sol tem as coisas boas. [...] Vamos supor, quando bebê recém-nascido, geralmente, igual eles falam, vamos supor, uns dez minutinhos de Sol, para dar, criar cor na pele. Agora as ruins são o câncer de pele, manchas. [...]

A aluna A3 discorreu especificamente sobre o Sol. Falou sobre a importância de crianças ficarem expostas a ele, mas de maneira moderada,

para não causar câncer ou manchas. Embora tenha sido direta, ao longo das aulas essa aluna também mostrou interesse em alguns tópicos, em específico na aula que tratava sobre a energia solar. Para ela, a temática abordada estava parcialmente atrelada ao seu cotidiano. No início, essa aluna participava pontualmente das aulas e das discussões, sempre atenta ao que estava sendo trabalhado. Ao longo da aplicação da Sequência Didática, de uma forma mais acentuada, essa aluna também apresentou um pequeno aprimoramento em suas respostas, além de relacionar a temática com coisas do seu cotidiano que mais lhe chamaram atenção.

A síntese das respostas da Aluna A4 é destacada no seguinte excerto:

A4 – Eu preciso estudar energia para saber como utilizá-la. Nessa parte eu não sei dizer. [...] O Sol serve para iluminar, para fazer fotossíntese nas plantas. [...] A internet pode ajudar, as energias podem ajudar, mas, sem energia daria muito para focar no que nós queremos e esquecer um pouquinho da energia. [...]

Essa aluna fala um pouco sobre a energia solar e, indiretamente, como o consumo exagerado de energia por meio de tecnologias podem trazer impactos sociais, em específico, na vida dela. Quando ela fala que sem energia (no sentido de energia elétrica) ela poderia focar nas coisas que queria, demonstra compreender de forma parcial que o uso da energia pelo ser humano promove impactos também na esfera social. Em relação ao aprimoramento das concepções dessa aluna, ao longo das aulas ela participou sempre quando considerava o assunto interessante. O que mais lhe chamou atenção foi saber que o Sol é uma estrela e outros tópicos relacionados à astronomia. Embora não tenha apresentado uma postura crítica e reflexiva ao longo das aulas, essa aluna também conseguiu aprimorar sua visão sobre o tema, relacionando os aspectos científicos com os tecnológicos, sociais e ambientais, de acordo com sua própria



ARTIGO ORIGINAL

concepção. As aulas contribuíram para chamar a sua atenção para o fato de que a Ciência está presente no seu dia a dia, dando-lhe mais significado.

A partir da análise das respostas apresentadas pelos alunos A1 e A2 e pelas alunas A3 e A4 nas atividades relativas às aulas citadas nos tópicos anteriores e das suas respostas às duas questões da entrevista, consideramos que houve um aprimoramento da postura crítica desses sujeitos mediante a aplicação da SD.

Observamos que as aulas contribuíram para que esses alunos entendessem a temática energia de forma contextualizada e articulada ao seu cotidiano, e viabilizaram que eles estabelecessem relações CTS. Isso mostra que o uso da SD por meio dos 3 MP contribuiu para esse processo, em especial para a formação de pensamentos críticos em relação a alguns temas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, apresentamos um recorte de uma tese de doutorado em que utilizamos, em aulas de Física, uma SD pautada no enfoque CTS, que aborda o tema energia. Essa SD foi aplicada de acordo com a dinâmica dos 3 MP. Nesse recorte, analisamos as atividades realizadas em seis das vinte aulas, buscando responder ao seguinte problema de pesquisa: de que forma a aplicação de uma SD que aborda o tema energia, pautada no enfoque CTS e aplicada de acordo com a dinâmica do 3 MP, propiciou a visão crítica dos alunos sobre a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos sociais e ambientais?

A aplicação da SD promoveu aos alunos o estabelecimento das seguintes relações entre esses aspectos: o ser humano faz parte da natureza e não é um elemento estanque; as tecnologias foram importantes para o seu desenvolvimento; o uso das tecnologias pelo homem, como, por exemplo, o celular, apresenta tanto aspectos positivos quanto negativos; as usinas hidrelétricas apresentam vantagens e desvantagens em relação à produção de energia elétrica; devido ao uso

exagerado da tecnologia, o ser humano destruiu a natureza e provocou alguns impactos ambientais, tais como uma grande produção de lixo, o aquecimento global e a poluição dos rios.

Podemos destacar, principalmente, duas posturas críticas desenvolvidas nos alunos ao longo das aulas: as usinas hidrelétricas podem até produzir energia em larga escala e ser consideradas uma fonte de energia limpa, porém, elas também acarretam muitos impactos ambientais, tanto à humanidade quanto à fauna e à flora. Sua construção exige muita reflexão e planejamento; o celular facilita a vida dos estudantes no que se refere à comunicação, aos estudos e ao lazer, no entanto, mesmo conectando as pessoas, ele acaba por afastá-las e seu uso exagerado pode causar acidentes e deixar as pessoas parecidas com “zumbis”.

Assim, os resultados da análise mostraram que a aplicação da SD viabilizou que os alunos A1, A2, A3 e A4 refletissem criticamente acerca das relações entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, manifestando um aprimoramento em sua consciência crítica, o que pode ter refletido em ações conscientes, associadas a esses aspectos, em seu meio social.

Ressaltamos que esta pesquisa pode ser replicada por outros professores, quer seja do Ensino Integral ou do Ensino Regular, a fim de facilitar a aprendizagem e propiciar a reflexão, na busca da formação crítica dos alunos. No entanto, é necessário que os gestores dessas escolas ofereçam uma abertura para a aplicação de abordagens que propiciem a problematização e o diálogo em sala de aula, associadas ao enfoque CTS.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. P. Conceitos unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, nºs (1 a 4), p. 191-198, 1993.
- AULER, D. Enfoque



ARTIGO ORIGINAL

Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. Título original: L'analyse de contenu.

DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

GATTI, B. A.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em educação no Brasil. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (org.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 29-38.

JOSÉ, W. D.; BRAGA, G. R.; NASCIMENTO, A. Q. B.; BASTOS, F. P. ENEM, temas estruturadores e conceitos unificadores no Ensino de Física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 171-188, 2014.

MAGALHÃES, J. A formação da consciência crítica e o Ensino de Ciências. **Revista Urutaguá – Revista Acadêmica Multidisciplinar**, Maringá, v. 1, n. 4, 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2003.

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio: espaço de articulação**. 2008. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.